

# 高速公路桥梁连续梁的挂篮施工技术与质控方法

郎贵军

中铁二十四局集团南昌铁路工程有限公司

**摘要：**高速公路桥梁连续梁的挂篮施工技术是桥梁施工中常用的一种梁体施工方法。挂篮施工是利用一对能行走的挂篮，挂篮沿梁顶滑动或滚动的承重构架，挂篮锚固悬挂在已施工梁段上，为下一节段施工作业提供空中平台。完成一个节段施工后，挂篮即可前移并固定，进行下一节段的施工，如此循环直至悬臂灌注完成。通过挂篮控制梁体的姿态和位置，使梁体标高、线形达到设计要求。挂篮悬臂浇筑相比悬臂吊装方法，挂篮悬臂浇筑不受地形影响，不需要设置预制场地，无需大型起重与运输机具。基于此，研究中以K8+690翟底河大桥T型钢构专项施工方案为例，就挂篮施工技术、工艺及质量控制方法进行阐述，供参考。

**关键词：**高速公路；桥梁连续梁；挂篮悬臂浇筑施工；质控方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.21.044

## 引言

高速公路桥梁的建设对于交通运输的发展具有重要意义。在桥梁建设中，连续梁是一种常用的结构形式，其施工难度较大，需要运用到高科技施工技术。挂篮悬臂浇筑施工技术是一种高效、安全的施工方法，已经在国内外桥梁施工中得到了广泛应用。本文主要介绍了挂篮悬臂浇筑施工技术在高速公路桥梁连续梁施工中的应用。总的来说，挂篮悬臂浇筑技术是高速公路桥梁施工中常用的梁体施工方法之一，挂篮悬臂浇筑不受地形影响，不需要设置预制场地，无需大型起重与运输机具。

## 一、工程简介

翟底河大桥中心桩号为K8+690，大桥为40m+110m+110m+2×40mT型钢构+装配式预应力砼T梁。桥梁下部构造为柱式墩、薄壁墩、柱式台、桩基础。桥跨起点桩号为K8+520（耳墙端部为K8+517），终点桩号为K8+863，中心桩号为K8+690，桥梁全长346m（含耳墙）。翟底河河谷呈V形，两侧岸坡坡度约50°-55°，坡面破碎，破表冲沟发育，沟内支沟发育。

主桥为110+110=220米两跨变截面预应力混凝土T型钢构。箱梁断面采用单箱单室直腹板断面，箱梁底板厚度0号块为150厘米，各梁段底板厚从悬臂根部至悬浇段结束处由120~32厘米，其间按1.8次抛物线变化，边跨合拢段及现浇段为32厘米；箱梁顶板厚度0号块为60厘米，其余为32厘米；箱梁腹板厚度0号块为115厘米，1~15号块为85厘米，16~17号块为85~65厘米，其余梁段为65厘米。为了确保施工质量和施工效率，该项目采用了挂篮悬臂浇筑施工技术。在施工过程中，施工人

员严格遵守安全生产规定，确保施工人员的安全；挂篮支架的设计和制作符合规范要求，确保挂篮的稳定性；混凝土料的配合比、水泥种类和掺合比例等都经过了认真的检查和测试，确保混凝土料的质量。通过对本项目的实践经验总结，证明了挂篮悬臂浇筑施工技术在高速公路桥梁连续梁施工中的可行性和优越性。本项目挂篮施工的施工工艺如下图1所示。

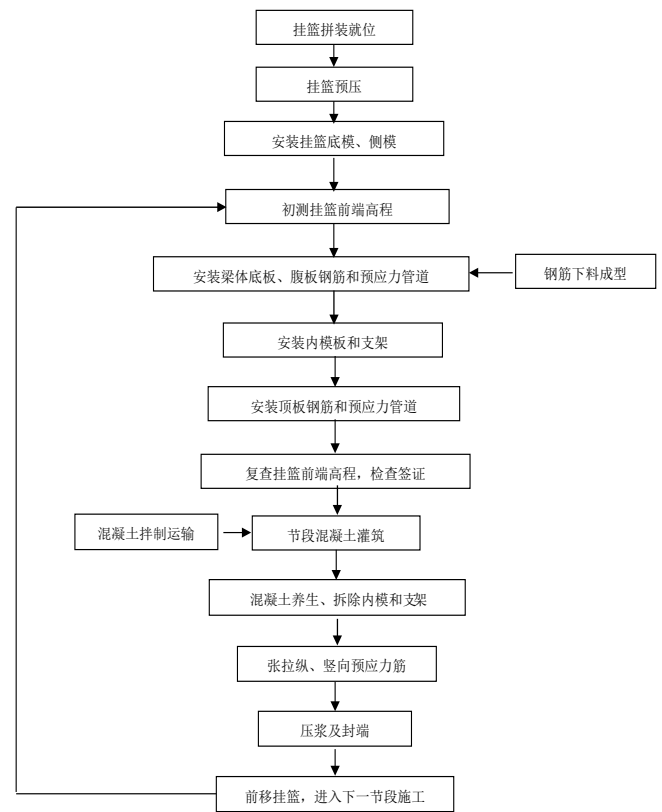


图1 本项目挂篮施工工艺流程图

## 二、高速公路桥梁挂篮施工技术的应用

### (一) 施工前准备工作

在进行挂篮悬臂浇筑施工前，首先需要对桥梁设计图纸进行分析和理解。这包括：

(1) 理解桥梁结构形式、桥墩和桥台的高度、间距、位置等基本参数。本项目中大桥为40m+110m+110m+2×40mT型钢构+装配式预应力砼T梁。桥梁下部构造为柱式墩、薄壁墩、柱式台、桩基础；主桥为110+110=220米两跨变截面预应力混凝土T型钢构。箱梁顶宽12.5m，底宽6.5m，翼缘板悬臂长3.0m。翼缘外侧厚22厘米，根部为90厘米，采用两次直线变化。箱梁横桥向底板保持水平，顶板横坡为3%，由腹板高度的

变化形成。根据设计图纸,大桥单边有节段27个,其中0号块在托架上浇筑。27号块是边跨现浇段,长5.84m,高度4.5m,26号为合拢段,长2.0m,高度4.5m。1-25号节段为挂篮悬浇段,长度在3.0m-4.5m之间,高度在11.91m-4.5m之间。(2)确定挂篮悬挂位置和数量,确定挂篮的尺寸和形式,以及悬挂设备的选用和配置等。(3)分析施工场地的地形、环境和交通情况等。本项目所在位置桥位区属丘陵地貌区,地形起伏大,桥梁为跨山间冲沟而设置,桥位区范围内地面高程约1396m~1526m,最大相对高差130m。(4)施工方案的制定:施工工艺流程图:包括各个施工环节、工艺步骤、工程量、工期等;施工机具和设备的选型和配置:包括挂篮、悬挂设备、施工用管道、输送泵、吊装设备、脚手架、安全设施等。(5)施工场地及周边环境的控制:施工现场的布置:施工现场应布置清晰、有序,同时应设置施工通道、材料存放区等。场地平整:挂篮悬臂浇筑施工需要在高空进行,因此需要对施工场地进行平整。

### (二) 悬臂浇筑施工的步骤

翟底河大桥主桥为110+110=220米两跨变截面预应力混凝土T型刚构。箱梁断面采用单箱单室直腹板断面,箱梁顶宽12.5m,底宽6.5m,翼缘板悬臂长3.0m。箱梁横桥向底板保持水平,顶板横坡为3%,由腹板高度的变化形成。边跨现浇段均采用托架施工;1#~25#块梁段待0#块施工完成后,拼装挂篮进行悬臂浇筑,单幅桥梁投入2只挂篮进行施工。在完成25#块段悬浇后,利用挂篮进行边跨合拢段施工。

悬臂浇筑施工是一种高空、高难度的施工工艺,其流程和工艺需要经过严格规划和管理,确保施工的质量和效率。一般情况下,悬臂浇筑施工的流程和工艺包括以下几个环节:

首先,大桥0号块施工完成后,将挂篮安装在0号块上,并进行调整和定位,然后对挂篮进行预压,消除非弹性变形,测出弹性变形,为计算挂篮立模标高提供依据,并且检验挂篮的实际承载能力、安全可靠。接下来,在挂篮上安装底模、侧模,按照设计图纸调整标高及线形。挂篮调整完成后,绑扎底板钢筋及预应力管道,然后安装内模板及顶板钢筋和预应力管道。完成后复查挂篮前端高程,不符合要求时调整标高及线形。接下来将混凝土料通过管道输送至悬臂上,进行浇筑和振捣。在浇筑过程中,需要对混凝土料的质量和浇筑位置进行严格监控和控制,以确保施工质量。最后,浇筑完成后,需要对悬臂进行充分的养护和检查,以确保混凝土料的强度和耐久性。需要注意的是,悬臂浇筑施工是一项高难度、高风险的施工工艺,需要施工人员严格遵守安全操作规程和程序,确保施工过程中的安全。同时,也需要加强质量控制和环境保护,保证施工的质量和环保效果。

悬臂浇筑施工的步骤包括:悬挂挂篮安装、挂篮预

压、模板安装、钢筋及预应力管道安装、混凝土浇筑、预应力筋张拉与压浆和挂篮拆除等。浇筑混凝土料时,需要注意混凝土料的质量和养护时间,以确保浇筑出的悬臂部位符合设计要求。挂篮拆除时,需要按照规定的程序进行操作,确保施工场地的安全和整洁。

### (三) 挂篮安装施工

(1)为了确保挂篮施工的质量和效率,施工人员需要根据箱梁中心线和挂篮总装图,找准轨道所在位置,并对轨道进行铺设。在铺设轨道之前,需要先将轨道下面的箱梁顶面找平,高腹板侧使用40号砂浆,低腹板侧使用与箱梁同标号的混凝土。然后,根据图纸铺设轨枕,轨枕间距为50cm,并放置轨道。在放置轨道时,需要确保轨道顺直、水平,并且轨道间的中心距与图纸一致,严格控制轨道的高差不大于5mm。为了固定轨枕,借用箱梁竖向 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢进行锚固(锚固处有螺母和垫板),锚固后需保证轨道处于水平位置,如有偏差可适当调整轨枕。最后,使用长尺复核轨距,轨道连接采用螺栓连接,禁止采用焊接。通过以上步骤的严格执行,可以最大程度降低施工重复率,确保挂篮施工的顺利进行。

(2)安装后吊挂组件和前滑座。参照拼装图纸使其分别座落在轨道合适的位置处。

(3)主桁系统在地面进行组装后,单片起吊至桥面安装。承重主桁架与吊挂滚轮、前滑座通过销轴铰接,桁架下弦杆与反扣轮固定座在厂家焊接在一起。安装时,需先安装反压装置,保证单片桁架的稳定,调整主桁架的左右垂直度,并使各片主桁在纵向上平齐(前后误差不大于1cm)。最后,将反扣轮固定座与反扣轮用销轴连接在一起。通过以上步骤的严格执行,可以降低施工重复率,确保主桁系统的安装质量和安全性。

(4)安装前横梁,并在上面放置吊杆,以备安装导梁及模板之用。连接横梁和前节点采用M24×85高强螺栓,并对连接处进行断焊焊死,确保连接可靠。

(5)在每处后锚点上放置3根锚固梁,每根锚固梁两端60×80方孔中穿插后锚杆,后锚杆的下端通过斜垫块分别固定在0#块梁体上,锚固处配以垫板和螺母,后锚杆的上端分别锚固在锚固梁的两端。利用千斤顶顶升锚固梁,直至使反扣轮离开轨道上翼缘表面,锁紧螺母后方可松开千斤顶,此时整个承重架处于锚固稳定状态。整个过程应在两处后锚点同时进行。通过以上步骤的严格执行,可以降低施工重复率,确保安装的稳定性和可靠性。

(6)安装外模和外滑梁。参照图纸,先在地面把外滑梁吊至外模框架内部相应的位置,并使外滑梁前端超出外模端面一定长度,然后将外滑梁与外模采连接成整体;在翼板预留孔处安装好滑梁吊架。将外模和外滑梁一并起吊,外滑梁前端通过吊杆挂在前横梁上,后端则穿过滑梁吊架并通过它挂在箱梁翼板上。重复上述方法,安装另一侧外模和外滑梁。

(7) 安装底篮。视塔吊起重能力大小,底篮可先在地面全部组装,再整体起吊至桥上;亦可先进行部分组装起吊安装至桥上后再进行底篮其余部件组装。如果塔吊起重量足够可先参照图纸,在平地上将底模、纵梁和前、后托梁连接成一体,然后一并起吊安装。在底篮吊至一定高度时,使前托梁处于前横梁正下方,并迅速将事先穿在前横梁上的吊带、吊杆穿入位于前托梁上部的连接器中并打入销轴,同样的方法将此时位于箱梁底部的后托梁通过吊带、吊杆和连接器分别挂在箱梁的底板和挂篮侧面桁架上,这样就可完成底篮的安装。如吊车起重量不够,可先将前、后托梁及部分纵梁连接成整体后先进行安装,再在桥位上安装其余部件及底模板。

(8) 内模系统安装。先安装两根内滑梁,和前面安装外模和外滑梁一样,内滑梁前端通过吊杆挂在前横梁上,后端则穿过滑梁吊架并通过它们挂在箱梁顶板上。然后再安装内模板。

在挂篮预压前,根据加载部位和量级计算预制块的层数。纵向和横向的加载采取对称布载,每级加载完毕持荷30分钟,测量观测点的变形值并记录数据。最后一级加载完毕持荷60分钟后同样测量并记录。如发现局部变形过大,需立即停止加载并进行分析、补强后方可继续。当24小时沉降量 $<1\text{mm}$ 时,可以进行卸载,卸载按照分级进行,每级完成后测量观测点变形值并记录数据。通过测量数据计算挂篮在自重作用下的变形值,确定预留高度,指导后续节段施工。调整底模板高度以满足设计要求,并由监理复核后方可继续施工。

#### (四) 混凝土现浇施工

在混凝土浇筑前,应检查挂篮的模板连接件和紧固螺栓等是否安装到位,避免出现爆模情况。混凝土浇筑采用对称浇筑方式,分斜向分段和水平分层,每层厚度不超过 $30\text{cm}$ 。纵向浇筑顺序宜先从挂篮前端开始,避免新旧混凝土间产生裂缝;横向浇筑顺序为底板、腹板和顶板,由悬臂部分向梁中线方向浇筑。T构两端不平衡重控制在不大于本梁段自重的 $30\%$ 。混凝土入模高度应控制自由倾落高度不超过 $2\text{m}$ ,出料口下方混凝土堆积高度不超过 $1\text{m}$ ,采用全断面一次灌注。通过以上严格的施工执行,可以减少和降低施工的重复率,确保混凝土浇筑的质量和效率。

混凝土振捣使用 $\phi 50$ 插入式振捣棒,小直径 $\phi 30$ 振捣棒在波纹管、钢筋密集处和锚下混凝土处使用,且振捣时间适当延长。振捣时保持插入式振捣棒移动间距不超过其作用半径的 $1.5$ 倍,并与侧模保持 $5\sim 10\text{cm}$ 间距。振捣完毕后,混凝土不再下沉、冒气泡,表面平坦不泛浆即为振捣密实。养护时,混凝土浇筑完成终凝后在混凝土表面覆盖塑料薄膜和土工布洒水养护,温差不超过 $25^\circ\text{C}$ ,养护时间不少于 $14$ 天。拆模后对混凝土表面进行浇水养护。通过以上措施的严格执行,可以降低重复率,确保混凝土振捣和养护的质量和效果。

尤其在混凝土冬季施工中,首先应考虑采取加热拌

合用水或细骨料的方式来提高拌合料温度。同时,配合比掺加高效减水剂,并采用保温措施,如用热水预热拌合机、罐体外包裹防雨棉毡、泵管包裹岩棉等,以保证混凝土入模温度。在运输和浇筑过程中,尽量缩短混凝土运输时间,避免混凝土温度过低或离析。此外,混凝土浇筑安排在白天高温时进行,并加强覆盖包裹,防止混凝土受冻。梁体采用蒸汽养护。

#### 三、公路桥梁挂篮施工质量控制

公路桥梁挂篮施工是悬臂现浇梁的重要施工方法之一。在挂篮施工过程中,需要严格控制施工质量,确保悬臂现浇梁的安全性和使用寿命。为此,可以采取以下几个方面的控制措施:

(1) 质量控制计划:制定完善的质量控制计划,对施工过程中的每一个环节都进行详细的质量控制和监督。在施工过程中,及时发现和纠正问题,确保质量符合要求。(2) 施工监督:严格按照监督计划进行监督,确保施工过程中的质量控制措施得以执行。加强对施工现场的巡查和抽样检验,及时发现问题并进行处理。(3) 施工材料控制:对施工材料进行严格的质量控制,选择质量好、符合标准的材料。并在材料进场前进行检查,确保施工材料的质量符合要求。(4) 施工工艺控制:严格控制施工工艺,确保施工过程中每一步骤都按照规范执行。对施工工艺进行认真的培训和指导,提高施工人员的技能水平和质量意识。(5) 施工设备控制:对挂篮及相关设备进行严格的质量控制和检验,确保设备的安全可靠。并对设备进行定期维护和检修,确保设备在施工过程中的正常运行。

通过以上控制措施的严格执行,可以有效降低施工过程中的问题发生率,确保悬臂现浇梁的质量和安。同时,也可以提高施工效率,减少资源浪费,为公路桥梁的建设提供有力保障。

#### 四、结束语

高速公路桥梁连续梁的挂篮悬臂浇筑施工技术涉及挂篮安装、预压、钢筋绑扎、混凝土浇筑、预应力张拉、挂篮前移等工序,需要对每个工序的制定详细的控制措施和实施方案,并在施工过程中进行严格的监管和检查,以确保施工安全和工程质量的稳定提升。

#### 参考文献

- [1] 丁文婷.公路桥梁挂篮施工技术分析及质量控制[J].江西建材,2022(07):313-315.
- [2] 张学平.高速公路桥梁连续梁挂篮受力性能分析与施工技术研究[J].交通世界,2021(23):145-146.
- [3] 张颀东.高速公路连续梁挂篮施工技术[J].黑龙江交通科技,2021,44(07):106-107.
- [4] 叶鹏.高速公路桥梁连续刚构挂篮悬浇段施工技术解析[J].运输经理世界,2021(10):46-48.
- [5] 马培峰.高速公路桥梁连续刚构挂篮悬浇段施工技术分析[J].住宅与房地产,2020(35):147+149.